E/CONF.39/A/227
1 Nov.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.1

France

PHOTO-INTERPRETATION ET INVENTAIRE DES RESSOURCES NATURELLES

Par Georges GUYONNAUD,
Ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure
de Géologie de Nancy,
Licencié ès Sciences,
Directeur général adjoint de GEOTECHNIP

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

PHOTO-INTERPRETATION ET INVENTAIRE DES RESSOURCES NATURELLES

Georges GUYONNAUD

Ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy

Licencié ès Sciences

Directeur Général Adjoint de GEOTECHNIP

Pour donner ou conserver à une population en continuel accroissement, le niveau de vie qui lui est dû, chaque nation doit intensifier la mise en valeur de ses ressources naturelles et cela le plus rapidement possible.

Pour ce faire, sont élaborés des plans d'équipement essentiellement conditionnés par cet impératif de rapidité. La première phase en est l'inventaire des ressources naturelles. Sans cette connaissance des possibilités énergétiques, minières, agricoles, forestières, etc... aucune planification n'est possible, et de plus il est difficile d'intéresser des capitaux publics ou privés à l'exploitation de ressources mal connues sinon inconnues. Cet inventaire n'échappe donc pas à la nécessité d'être établi dans les plus brefs délais et, bien sûr, dans les meilleures conditions d'économie.

Quelle que soit la nature des ressources à inventorier, la première étape essentielle doit être l'étude des conditions du milieu physique et humain. Les résultats de cette étude, pour être utilisables sont le plus souvent cartographiés, c'est-à-dire que les données géologiques, pédologiques, botaniques, hydrographiques, sociologiques, etc.. sont représentées en réduction et conventionnellement, par rapport à des faits topographiques.

Jusqu'à des temps encore récents, de telles cartes étaient dressées d'après les résultats de levés directs au sol. Leur établissement étant trop long, trop onéreux et peu précis, ces cartes étaient souvent négligées, et la mise en valeur d'une région entreprise à partir de données insuffisantes était un véritable " non sens " économique.

Aujourd'hui, de telles erreurs peuvent être évitées. Une technique moderne, la photo-interprétation, permet de satisfaire aux deux impératifs: rapidité-économie, et d'entreprendre une mise en valeur dans les meilleures conditions.

En effet la photographie aérienne est une image réduite d'une portion de la surface du sol. Elle en est la carte complète qui reproduit:

- les données qualitatives que recherchent le forestier, l'agriculteur le pédologue, le géologue, l'ingénieur, etc...
- les faits topographiques qui leur permettent de les cartographier.

C'est ce double caractère d'image fidèle et réduite de la surface du sol qui justifie l'utilisation de la photographie aérienne dans l'inventaire des ressources naturelles pour l'étude des données qualitatives de surface et leur cartographie.

ETUDE DES DONNEES QUALITATIVES DE SURFACE

Les spécialistes de chaque discipline recherchent à la surface du sol les faits géologiques, pédologiques, botaniques, etc... qu'elle traduit.

En observant la photographie aérienne, modèle réduit, précis, exact et complet d'une portion de territoire, ces spécialistes ont sous les yeux:
- une surface de 2 à 150 km2
- quantité de ranseignements qui correspondent à des "faits" de terrain.

Il leur suffit de les trier, de les élaborer, d'en rechercher la signification en termes de terrain, en un mot de les interpréter pour avoir une première idée sur ce territoire.

Il est aisé de saisir l'économie de temps et d'argent entraînée par l'utilisation d'un document qui, par un inventaire direct ou indirect de très nombreuses données sur plusieurs kilomètres carrés, et d'un seul coup d'oeil, va permettre au spécialiste:
- l'établissement d'un programme de travaux de terrain basé sur des éléments précis, étayé par des hypothèses valables et axé sur des problèmes délimités,
- des contrôles et révisions faciles en cours de travail,
- des interprétations sûres, des extrapolations raisonnées et fondées qui réduisent au strict minimum les travaux de terrain longs et onéreux en leur donnant le maximum d'efficacité.

C'est pourquoi, géologues, pédologues, forestiers, archéologues, ingénieurs, etc... doivent dans leurs études de surface utiliser la photographie aérienne.

Le géologue....

Toute prospection minérale, tout aménagement régional, toute étude de tracé routier et ferroviaire, toute implantation de barrage, ou d'ouvrages d'art, nécessite de connaître la géologie.

L'application de la photographie aérienne à la géologie et les résultats spectaculaires obtenus, ont provoqué la naissance de la photogéologie et, par là, de la photo-interprétation.

En effet, les données fondamentales de la connaissance géologique d'une région sont d'ordre structural, lithologique, et stratigraphique, car elles fixent les relations des phénomènes géologiques entre eux et leur continuité dans le temps et l'espace. Les éléments d'ordre paléontologique et pétrographique tirés du terrain et du laboratoire, leur sont subordonnés à titre d'accessoires même si, par leurs applications pratiques, ils font parfois figure d'auxilliaires importants.

Or, ces données de base concernant la nature et la structure du sous-sol se traduisent de façon visible à la surface de la terre. En effet le jeu de l'érosion est réglé par les propriétés physiques, chimiques et mécaniques, isotropes ou orientées, des roches du substratum et il est de plus tempéré ou accentué par leur sensibilité aux facteurs climatiques d'altération. Ces caractéristiques, plus ou moins spécifiques d'une lithologie, se répercutent donc dans le ravinement, le réseau hydrographique, le modelé en grand ou en petit dont la distribution et les formes ont ainsi un sens géologique précis, au même titre que certains traits de la végétation ou même de l'activité humaine.

De tous ces phénomènes extensifs, expression directe ou indirecte de faits géologiques, la photographie aérienne, et souvent elle seule, permet, par sa vision d'ensemble, à la fois l'observation, l'analyse et l'interprétation.

Ainsi, le géologue a, par l'examen préliminaire des photographies aériennes, la possibilité de reconnaître dès l'abord les caractères géologiques fondamentaux d'une région, leur cadre, leur extension, leurs relations mutuelles. Il acquiert une vue d'ensemble exceptionnelle des faits et des problèmes qu'il aura à examiner, car d'emblée il possède:

- un schéma géographique de la région,
- une esquisse structurale, charpente de l'édifice géologique, avec son style et les accidents qui l'affectent,
- la position générale et relative des grands ensembles lithologiques, caractérisés par un "faciès photogéologique" plus ou moins typique.

L'esprit d'une étude géologique est donc complètement transformé. Le géologue de terrain n'est plus une fourmi, solidaire du sol, qui récolte patiemment, suivant un itinéraire arbitraire, des renseignements souvent très précis mais toujours trop localisés, morceaux disparates d'un puzzle toujours incomplet. Au contraire travaillant avec des idées directrices et non en aveugle, il choisira en connaissance de cause les itinéraires les plus praticables et les plus féconds, il intégrera les documents recueillis, telles des chevilles, dans un édifice préexistant et toute son attention pourra se concentrer sur les points délicats ou douteux de son hypothèse de travail, pour la parachever par les corrections qu'appelle cette confrontation.

Le pédologue....

Tout plan d'aménagement agricole rationnel repose sur un inventaire des sols.

Chaque type de sol est défini par son profil vertical. En fait il se traduit non seulement par son aspect superficiel (teinte, homogénéité) mais aussi de façon indirecte par des caractères plus ou moins spécifiques de forme et de répartition de l'érosion, du réseau hydrographique, du modelé du terrain, de la végétation, parfois même par l'utilisation traditionnelle des terres par l'homme.

Or, la plupart de ces caractéristiques sont repérables sur photographies aériennes qui peuvent être utilisées pour préparer une recherche pédologique. Des ensembles seront positionnés et délimités sur photographies puis testés sur le terrain; éventuellement les critères d'interprétation seront rectifiés. Au moment de la rédaction du document cartographique final, les observations aériennes et terrestres seront synthétisées et souvent extrapolées à des régions non visitées directement.

L'utilisation des photographies aériennes devrait permettre de généraliser l'établissement des cartes pédologiques qui n'existent que sur une partie infime de la surface du globe... et de la France.

Le forestier...

La mise en valeur et l'exploitation rationnelle des ressources forestières jusqu'ici négligées, des zones subarctiques aux régions équatoriales, sont une nécessité. Or, les levés de reconnaissance forestière en vue d'un inventaire et d'une identification des espèces sont considérablement ralentis par les difficultés de pénétration et par la densité des cheminements indispensables pour compenser l'étroitesse du champ d'observation au sol. Il est donc logique de faire appel aux photographies aériennes et l'efficacité, la rentabilité de leur aide ne sont plus à démontrer dans ce domaine pour:

- délimiter et situer les grands types de forêts, tout en révélant certains éléments de leur identification (densité, taille, mode d'association). Une analyse plus complète sera obtenue par des travaux de terrain bien guidés et circonscrits.
- Identifier, dans bien des cas, les espèces ou les associations végétales typiques.

Ces possibilités sont largement développées d'une part par l'entraînement méthodique des photo-interprétateurs, d'autre part par l'amélioration des documents photographiques: prise de vue à grande échelle, emploi d'émulsions spéciales en noir et blanc et en couleur, époque de prise de vue judicieusement choisie.

Inventorier par des méthodes d'analyse systématique: comptage, mesure des hauteurs, intégration des surfaces, qui permettent d'établir des inventaires chiffrés, dans des conditions de rapidité, d'économie et de sûreté inconcevables jusqu'ici.

L'ingénieur...

Pour décider d'un programme de travaux en vue d'une exploration minière ou pétrolière, d'un tracé routier ou ferroviaire, d'un aménagement hydraulique... l'ingénieur doit disposer d'un ensemble de données qui résultent d'études de base géologiques, pédologiques, forestières, etc...

C'est dans ce cas que la photo-interprétation à sa pleine efficacité, puisqu'à partir du même document, la photographie, la plupart des données utiles à l'ingénieur peuvent être obtenues.

Quelques cas précis expliciteront mieux ce point de vue.

- Une voie ferrée est envisagée pour transporter le minerai de fer de GARA DJEBILET à la mer à travers 700 kilomètres de régions désertiques pratiquement inconnues. Une telle implantation exige un certain nombre de conditions

conditions topographiques	:	pentes inférieures à 0,5%
conditions de sol	:	résistance suffisante des sols traversés.
conditions de roche	:	proximité de matériaux pierreux
conditions géographiques	:	ensablement et érosion par les eaux. minima.

Un spécialiste d'interprétation, en étudiant les photographies aériennes a pu en deux mois:
- classer les sols en quelques catégories (alluvions récentes, alluvions anciennes, éboulis, regs, roches affleurantes...)
- choisir un nombre limité d'itinéraires satisfaisant aux conditions techniques de pente et de rayon de courbure,
- localiser les emplacements favorables à l'ouverture de carrières, soit pour l'enrochement du port de départ, soit pour l'approvisionnement en ballast,
- définir l'emplacement et l'importance des ouvrages à exécuter.

Une étude complémentaire lui permettrait d'estimer la force destructive des eaux courantes et l'importance de l'ensablement. Dans ces conditions 15 jours d'études au sol ont suffi pour préciser ces données et permettre de fixer un itinéraire.

- Depuis de longues années une reconnaissance au sol pour l'étude d'un tracé routier est systématiquement précédé d'un examen stéréoscopique des photographies aériennes de manière à sélectionner les différents tracés possibles et à limiter la reconnaissance au sol à la recherche du meilleur de ces tracés; cependant l'examen des photographies doit permettre davantage car le tracé adopté pour une route ne dépend pas que d'éléments topographiques, la nature des sols traversés et leur

"portance"; les gisements exploitables de matériaux améliorants doivent jouer quelquefois un rôle déterminant dans le choix final.
-Les exploitants agricoles français de plusieurs régions sont conscients de l'utilité de l'irrigation de leurs terres et envisagent la création de "lacs collinaires".Une étude des photographies permettrait de limiter considérablement ce vaste problème à quelques sites favorables que bien sûr des études de terrain détaillées en nombre restreint auront précisés.
-L'érosion élimine trop souvent les terres arables. En particulier les pays méditerranéens se préoccupent de ce problème qui amoindrit considérablement leur patrimoine agricole. Une étude sur photographies aériennes permet là encore de localiser les zones d'érosion, de les classer et souvent de positionner les moyens de lutte évitant de longs et coûteux levés au sol.
-Parmi les Etats jeunes, combien possèdent un inventaire des surfaces occupées par les divers types de végétation naturelle et artificielle et l'étude de leur répartition. Et cependant c'est un tel état descriptif qui permettrait
- un programme de mise en valeur agricole des nouvelles terres,
- un programme de reconversion et de remembrement des régions de vieilles cultures.
- une imposition judicieuse.
Pourquoi ne pas envisager l'utilisation des photographies aériennes pour établir un cadastre simplifié ? Chaque photographie, sur laquelle apparaissent nettement les limites de parcelle, en est le support; les grandes lignes de la géologie, de la pédologie, l'état cultural, l'exposition, la morphologie, décelables par l'interprétation des photographies, sont enregistrées sur fiches perforées, par parcelle ou groupe de parcelles.Un simple tri mécanographique permet d'obtenir les parcelles présentant une ou plusieurs caractéristiques enregistrées.Cet outil remarquable pour un pays neuf est facile à établir.Un interprétateur en 8 jours peut en effet caractériser 10.000 hectares.
-L'étude de l'alluvionnement dans les fleuves et les estuaires trouve dans les photographies aériennes verticales,des renseignements sous une forme particulièrement exploitable.Or, quand il s'agit de dépôts sous une faible épaisseur d'eau,seule la vue aérienne est efficace: la topographie les ignore et le sondage trop imprécis n'existe qu'en eau navigable.Il en est de même de l'étude des courants;lorsque par exemple les eaux en présence peuvent être différenciées par leur couleur,la photographie aérienne est alors vraiment la seule à nous donner d'un seul coup d'oeil une trajectoire complète de nappes.Ce domaine encore peu exploité est particulièrement intéressant

CARTOGRAPHIE DES DONNES DE SURFACE.....

Les spécialistes de chaque discipline ont recherché et reconnu les données qualitatives d'une région.Pour être utilisables, les données doivent être cartographiées,c'est-à-dire positionnées,àéchelle réduite,par rapport à des rep ères topographiques. C'est dans cette phase cartographique que la photographie aérienne à son entière efficacité.En effet,l'important dans une carte,qu'elle soit établie à des fins descriptives ou quantitatives,est que la donnée qualitative retenue soit située avec le maximum de précision ce qui implique que la cartographie et l'établissement du fond topographique soient simultanés.Seule la photographie le permet,dans des conditions raisonnables de délais et de coût;image fidèle d'une portion de territoire elle en est la carte précise et, à ce titre, traduit nonseulement les données qualitatives mais aussi les faits topographiques qui permettent de les situer.

CARTES DESCRIPTIVES OU QUALITATIVES

Ces documents à petite ou moyenne échelle concrétisent l'étude de vastes régions.Ils ont pour but de décrire les grands traits de la géologie, de la pédologie, etc...Ils comportent;
- les données qualitatives représentées conventionnellement et mises en place avec exactitude les unes par rapport aux autres.
- un fond planimétrique détaillé qui situe avec exactitude ces données, l'altimétrie étant secondaire.

De tels documents sont réalisés dans les meilleures conditions d'économie, de délai et de précision si l'établissement du fond planimétrique et la cartographie des données qualitatives, sont simultannés et obtenus à partir du même document: la photographie.Il est illusoire de penser qu'une telle cartographie doit être postérieure à l'établissement d'un fond topographique régulier.En effet cette méthode est imprécise car un report est toujours imparfait.De plus une carte régulière est longue à établir,onéreuse, et l'altimétrie n'apporte rien au problème posé. Les gisements de pétrole connus au SAHARA ont été découverts grâce à des documents géologiques avec fonds planimétriques établis simultanément d'après photographies aériennes et cependant il n'existait pas de cartes régulières.

CARTES QUANTITATIVES....

Ces documents à grande échelle concrétisent des études sur des zones limitées Ils ont pour but l'évaluation quantitative avec un degré variable de précision d'un certain nombre de données géologiques, pédologiques,etc... Ils comportent:

-des données qualitatives, représentées conventionnellement,

-un fond topographique complet à la fois planimétrique et altimétrique mais qui situe, toujours avec exactitude, ces données.

Dans ce cas également ces documents sont réalisés dans les meilleures conditions d'économie, de délai et de précision,si l'établissement du fond topographique et la cartographie des données qualitatives sont simulta nés et obtenus à partir du même document, la photographie.

Par exemple: la précision des excellents 1/20.000 France devient illusoire lorsqu'on reporte,toujours avec imperfection, une donnée qualitative ,observée sur photographie, par exemple, dans le but d'en évaluer quantitativement une ou plusieurs caractéristiques.

Les études des sites de barrages nécessitent une cartographie très précise des diverses données. Cette précision serait pratiquement parfaite,si, à partir de photos terrestres, étaient restitués simulta nément les faits topographiques et les données qualitatives le plus souvent repérables sur ces photographies.

S'il est maintenant reconnu par les spécialistes des diverses disciplines que l'interprétation des photographies accélère et améliore considérablement le leurs études, la cartographie selon les principes précédents n'est que peu appliquée et cependant la pleine efficacité de la photographie provient de son application. Ceci tient au fait qu'une telle cartographie met en oeuvre des techniques nombreuses qui nécessitent un bureau spécialisé,équipé d'un matériel pouvant résoudre des problèmes très variés.Or l'équipement minimum d'un tel bureau est rarement en rapport avec un problème particulier. C'est l'importance de celui posé par le SAHARA qui a permis à l'IFP de créer son département de Photo-géologie. Ce département ayant rapidement eu à résoudre des problèmes relevant d'autres disciplines que la géologie.

C'est pour exploiter les techniques ainsi mises au point et les possibilités de ce service, que l'Institut Français du Pétrole et la Société Centrale pour l'Equipement du Territoire se sont réunis pour créer GEOTECHNIP.

1288 F - Nov. 1962 - 1,000